

И. А. Петров, А. Д. Шляпцева, Р. С. Федорцов

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва

* *castingtlp@mati.ru*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук. *А. П. Ряховский**

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ СПЛАВА АК12 КОМПЛЕКСНЫМ МОДИФИЦИРУЮЩИМ ФЛЮСОМ

В работе показано влияние температуры ввода разработанного комплексного модифицирующего флюса в расплав силумина на механические свойства и структуру сплава АК12.

Ключевые слова: модифицирование, силумин, температура ввода флюса в расплав, механические свойства.

I. A. Petrov, A. D. Shlyaptseva, R. S. Fedortsov

STUDY OF OPERATIONAL PARAMETERS OF «AK12» ALLOY TREATMENT BY COMPLEX MODIFYING FLUX

The article describes the influence of the developed complex modifying flux into the melt of silumin on the mechanical properties and AK12 alloy structure.

Keywords: modification, silumin, temperature of flux entering into a melt, mechanical properties.

Известен ряд методов, обеспечивающих повышение механических и эксплуатационных характеристик силуминов: оптимизация сплава за счет уточнения химического состава и снижения содержащихся в сплаве примесей; воздействие на расплав физическими методами (обработка электромагнитным полем, электрическим током, термовременная обработка и др.); физико-химическое воздействие на расплав (модифицирование); адсорбционные методы рафинирования и дегазации расплава.

Благодаря использованию этих методов достигаются необходимый уровень качества и показатели основных эксплуатационных и технологических характеристик литых заготовок.

Широко используемым в производстве методом повышения механических свойств является модифицирование. При этом наиболее часто для модифицирования силуминов применяют натрий. Модифицирование им проводят в основном с помощью различных флюсов, содержащих фтористые и хлористые соли натрия. Однако существенным недостатком модифицирования сплавов натрием является

малая длительность сохранения эффекта модифицирования и повышение склонности сплавов к образованию газовой пористости [1].

Исходя из изложенного, становится очевидно, что разработка модифицирующих флюсов, позволяющих одновременно диспергировать все фазовые составляющие силуминов, значительно повышая при этом физико-механические и эксплуатационные свойства сплава, является актуальной задачей [2].

На кафедре ТиСАПР МП был разработан новый комплексный модифицирующий флюс (КМФ) для силуминов, имеющий следующий состав: $K_2TiF_6 + BaCO_3 + C$. Результаты ранее проведенных исследований показали, что обработка КМФ сплавов АК12, АК12М2, АК9, АК7ч и Al-6%Si-4%Cu приводит к улучшению структуры и повышению их механических свойств [3; 4] по сравнению с аналогичными показателями сплавов, обработанных флюсами, традиционно применяемыми в промышленности.

В настоящей работе изучали технологические параметры обработки сплава АК12 разработанным флюсом, в частности, исследовали влияние на структуру и механические свойства сплава температуры ввода в расплав комплексного модифицирующего флюса.

Экспериментальные плавки проводились в муфельной электрической печи сопротивления. Исследуемый флюс засыпали ровным слоем на поверхность расплава в количестве 2,5 % от массы плавки при температурах 740, 760, 780, 800, 820 °С. После выдержки флюса в течение 2...3 мин при данной температуре его замешивали вглубь расплава. Далее расплав выдерживали в течение 15–20 мин, после чего с поверхности расплава снимали шлак. Температуру расплава доводили до 710 °С, затем производили заливку в подготовленную песчано-глинистую форму.

Результаты механических испытаний сплава АК12 после его обработки КМФ при различных температурах представлены на рис. 1. Видно, что с повышением температуры ввода флюса в расплав увеличиваются механические свойства сплава АК12. Так повышение температуры ввода в расплав КМФ на 40 °С (от 740 до 780 °С) позволило увеличить предел прочности сплава (от 166 до 182 МПа). Дальнейшее увеличение температуры ввода до 820 °С не приводит к увеличению прочности сплава, но позволяет значительно увеличить относительное удлинение сплава (от 9,2 до 14,5 %).

На рис. 2 приведены фотографии микроструктуры сплава АК12 в зависимости от температуры ввода КМФ. Видно, что структура сплава при разной температуре ввода характеризуется разной дисперсностью частиц кремния в эвтектике ($\alpha + Si$) (рис. 2), что объясняется влиянием температуры ввода флюса на степень его усвоения расплавом.

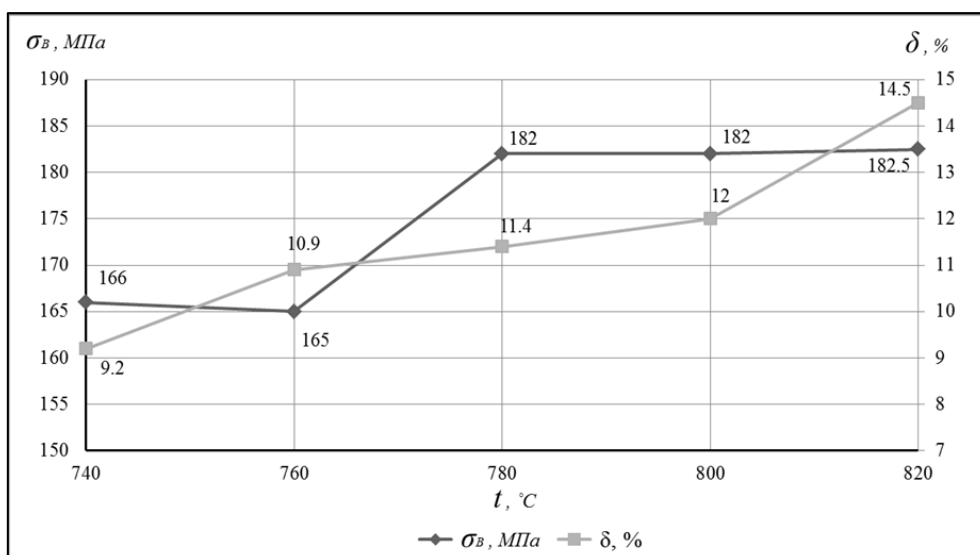


Рис. 1. Зависимость механических свойств сплава АК12 от температуры ввода КМФ в расплав

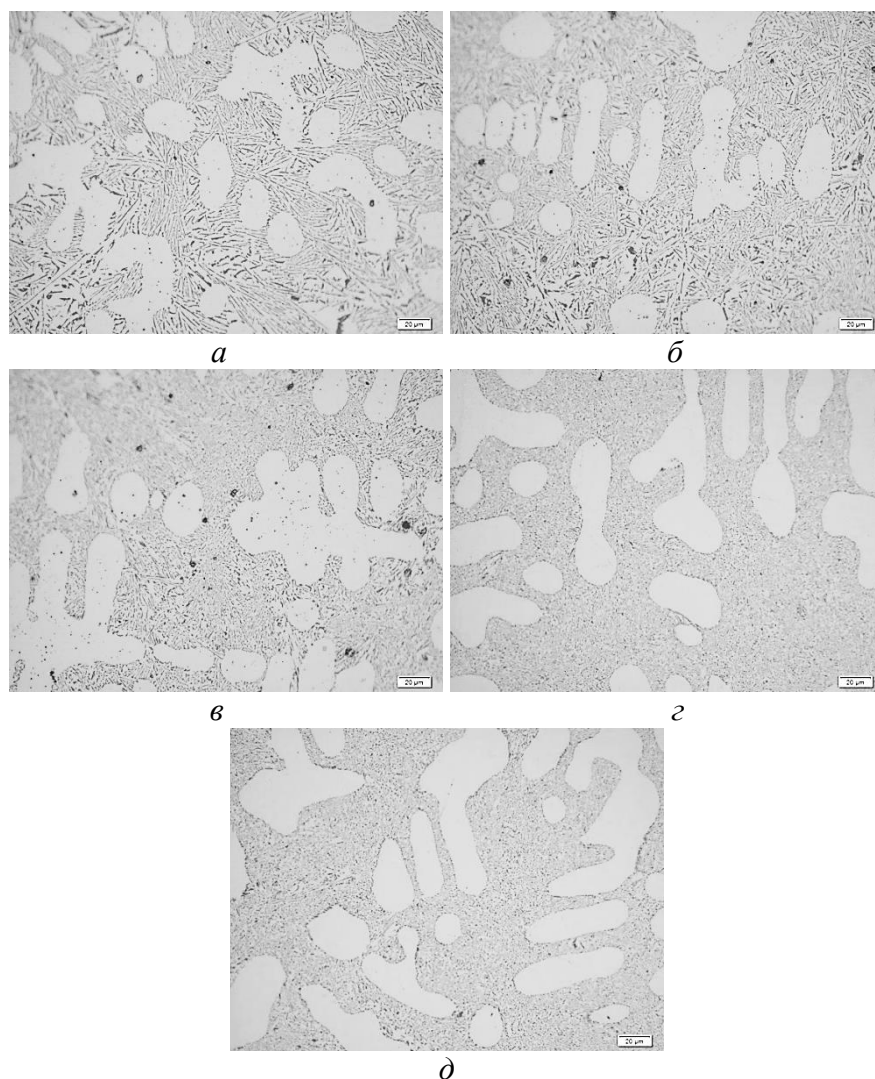


Рис. 2. Микроструктура сплава АК12 в зависимости от температуры ввода КМФ (увеличение $\times 500$):
a – 740 °C; *б* – 760 °C; *в* – 780 °C; *г* – 800 °C; *д* – 820 °C

При температуре ввода, равной 740 °С и 760 °С, структура сплава характеризуется различной дисперсностью частиц эвтектического кремния. Наблюдаются участки с относительно крупными вытянутыми частицами кремния (рис. 2, а, б).

Ввод модификатора в расплав при более высоких температурах (780 °С, 800 °С и 820 °С) оказывает положительное воздействие на модифицированную микроструктуру полученного сплава, характеризующуюся значительным измельчением и равномерным распределением по площади шлифа частиц эвтектического кремния, вследствие чего наблюдается значительное повышение механических свойств сплава (рис. 2, в, д).

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что повышение температуры обработки расплава комплексным модифицирующим флюсом от 740 до 820 °С приводит к существенному улучшению структуры сплава АК12 и повышению его механических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строганов Г. Б., Ротенберг В. А., Гершман Г. Б. Сплавы алюминия с кремнием. М. : Металлургия, 1977. С. 272.
2. Комплексное влияние модифицирующих добавок на структуру и механические свойства сплава АК12 / А. Д. Шляпцева [и др.] // Вестник Московского авиационного института. 2016. Т. 23, № 3. С. 175–181.
3. Перспективы использования углеродосодержащего материала для обработки силуминов / И. А. Петров [и др.] // Литейщик России. 2016. № 1. С. 28–32.
4. Федорцов Р. С., Петров И. А. Исследование влияния комплексного модифицирующего флюса на структуру и механические свойства сплава АК12М2 // Гагаринские чтения – 2016: XLII Международная молодежная научная конференция : сб. тез. докл. В 4 т. М. : Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2016. Т. 3. С. 534–535.